电网远程自动抄表系统通信技术的演进与电能计量管理

张春晖[1]　张震[2]

（1.国网山东省电力公司，山东 济南 250001;2.华能济南黄台发电有限公司，山东 济南 250100）

摘　要：本文主要介绍了国网在 20 世纪 90 年代初期开始采用脉冲电能表的远程自动抄表系统技术，并随着电子式电表和智能电表的推出，本地与远程通信技术得到了快速更新，推动了远程自动抄表系统技术的发展。国网在 2010-2018 年间开展了省级电网用电信息采集系统的规模化建设，投资了大量资金用于采集设备和用户工程建设。到 2018 年底，国网运行的智能电表数量达到了 4.58 亿只，用电信息采集系统的用户覆盖率达到了 99.87%。在通信技术方面，文本提到了本地通信方式和远程通信方式的发展历程。本地通信方式经历了从窄带电力线载波通信技术到宽带电力线载波通信技术的演进，而远程通信方式则先后采用了 GPRS 和 4G 公网无线通信等。本文还介绍了窄带电力线载波通信技术的缘起、发展以及逐渐淡出市场的过程，以及宽带电力线载波通信技术的兴起和发展。

关键词：远程自动抄表系统技术 通信技术

中图分类号：TM933.4

The evolution of communication technology and electric energy metering management of remote automatic meter reading system in power grid

ZHANG Chunhui[1]　ZHANG Zhen[2]

(1. State Grid Shandong Electric Power Company,Jinan , Shandong 250001 , China;2.Huaneng Jinan Huangtai Power Generation Co. , Ltd. , Jinan , shandong 250100 , China)

Abstract: This paper mainly introduces the remote automatic meter reading system technology of the State Grid in the early 90s of the 20th century, and with the introduction of electronic meters and smart meters, the local and remote communication technology has been rapidly updated, which has promoted the development of remote automatic meter reading system technology. From 2010 to 2018, the State Grid carried out the large-scale construction of the provincial power grid electricity information collection system, and invested a lot of money in the construction of collection equipment and user projects. By the end of 2018, the number of smart meters operated by the State Grid reached 458 million,

and the user coverage rate of the electricity information collection system reached 99.87%. In the area of communication technology, the text refers to the development of local and remote communication methods. The local communication mode has undergone the evolution from narrowband powerline carrier communication technology to broadband powerline carrier communication technology, while the long-distance communication mode has successively adopted GPRS and 4G public network wireless communication. This paper also introduces the origin, development and gradual fading out of the market of narrowband CLC technology, as well as the rise and development of broadband CLC technology.

Key words:Remote automatic meter reading system technology Communication technology

0 引言

早在20世纪90年代初期，国内，有些省级、地（市）电网就开始采用脉冲电能表的远程自动抄表系统技术探索；后来，随着电子式电表、智能电表陆续推出，本地与远程通信技术快速更新，远程自动抄表系统技术发展很快；2010---2018年，国网：开展省级电网用电信息采集系统规模化建设，采集设备和用户工程合计投资547亿元，采集设备招标总量6512万台，其中，集中器、采集器5850万台，专变终端662万台。到2018年底，国网运行智能电表4.58亿只，用电信息采集系统的用户覆盖率达到99.87%。

1、通信技术频繁更新

1）概述

— 本地通信方式

• 从20世纪90年代初期起，国内进行感应式脉冲电表的远程自动抄表试点，先采用RS---485总线式通信方式，后来试用Zigbee微功率无线通信方式。

• 20世纪90年代中期之后，国内电网主要应用电力线载波通信资源的优势，先期进行窄带（低速）电力线载波通信技术应用试点；2010年国网用电信息采集系统建设之后，大规模推广应用。

• 2012年后，国网开展宽带电力线载波通信技术引进/国内自主开发试用，再扩大推进应用；同期，还进行OFDM窄带（快速）电力线载波通信技术引进/国内自主开发试用后批量应用；扩大微功率无线通信新技术应用，如Zigbee升级、WiFi等

• 2015年及以后，国网开展电、水、气、热表计”多表合一”信息采集、数据传输应用工作，其中的水、气、热表计采集数据传输，采用M---BUS总线式通信、微功率无线通信、载波---微功率无线双模通信、通信协议转换器等。

— 远程通信方式，近10年：

•远程通信技术先后采用GPRS、4G公网无线通信；国网正在组建4G、5G无线电力专网。

• 南网，有的地（市）电网采用光纤通信远程自动抄表应用。

• 在无线公网未覆盖的山区、偏远地区，采用北斗卫星定位、通信抄表。

— 通信的数据交换协议

• 1997年之后，国内自动抄表系统主要采用DL/T645《多功能电能表通信协议》。

• 近两年，国网推出DL/T698.45---2017面向对象的互操作性数据交换协议，尚处推广试用阶段。

下面，叙述：国网采用的主流通信技术的演进。

2）窄带电力线载波通信的缘起、发展、淡出市场的过程：

— 1994 年，原电力工业部计量部门组织对进口以色列产窄带电力线载波通信芯片进行测试，并布置杭州、北京、哈尔滨三地供电部门进行试用。1998 年 3 月，还在杭州召开自动抄表技术交流会。

— 1999 年，青岛东软公司推出第一代 SSC16xx 系列窄带电力线载波通信芯片。

— 2000 年 7 月，电力行标 DL/T698《低压电力用户集中抄表系统技术条件》发布。

— 2000 年，北京福星晓程公司研发出 PL2000 型窄带电力线载波通信芯片。

— 2001 年，国内引进美国 ECHELON 公司 PLT---22 型窄带电力线载波通信芯片。PLT---22 是 Lon works 网络专用电力线收发器。

— 2003 年，东南大学 PLC 研究组发表：《电力线信道分析及模型》、《PLC 的基础调制及其改进》。

— 2003 年，浙江大学学者发表：《低压电力线载波通信网络结构分析》

— 2007 年，北京福星晓程公司推出 PL2200 型窄带（BPSK）电力线载波通信芯片。

— 2008 年，青岛东软公司推出第三代 SSC16xx 系列窄带电力线载波通信芯片。

— 2009 年，国网电力用户用电信息采集系统建设起步时，其本地通信方式的 70%，采用低成本的窄带（低速）电力线载波通信技术。

— 2009 年 10 月---2014 年 3 月，针对窄（低速）电力线载波通信运行存在的突出问题，由本文作者与重庆市电科院、威胜、青岛东软等单位进行合作研究，包括：窄带（低速）电力线载波通信系统现场测试评估方法，短周期内实现自动抄表成功率 100%等课题。经长期的现场和仿真通信测试设备研发与论证测试，提出解决通信技术难点的方案。

— 2014 年，国网营销/计量部门发表文章指出：窄带（低速）电力线载波通信方式的数据传输速率慢、24h 自动抄表成功率低，不适应用电信息采集系统采集数据实时通信新功能的需求。

— 2016 年起，国网采用宽带电力线载波通信模块逐步取代窄带（低速）电力线载波通信模块。

这里需要说明：OFDM 窄带（快速）电力线载波通信方式，目前，国网还在推广应用。

3）宽带电力线载波通信的缘起、发展进程：

• 2003 年，东南大学 PLC 研究组发表《宽带 PLC 的 W---OFDM 实现》、《宽带 PLC 的扩频技术融入》、《PLC 组网方案及应用》。

• 2012 年 7 月，国网”新一代智能电力线载波（150kHz---10MHz）通信关键技术研究与应用”项目启动；2014 年 11 月，该项目通过验收。

• 2014 年 7 月，由本文作者组织召开的《进口高端电表全性能研究》项目（威胜）技术交流会上，华为海思公司介绍了自主设计的 Hi3911 宽带（2---12MHz）电力线载波通信芯片。

• 2014 年 11 月，由本文作者组织召开的电力线载波通信新标准、新产品（青岛东软）技术交流会，重点交流国际/国内宽带与 OFDM 窄带（快速）电力线载波通信芯片新技术。

• 2015 年，青岛东软公司推出 SSC1663/1664 型宽带（1.95MHz---11.96MHz）电力线载波通信芯片。

• 2016 年 10 月，由本文作者组织召开的当前电表行业发展热点问题（重庆华立）讨论会上，重庆市电科院介绍了大型公变台区（约 700 户）进行现场宽带电力线载波通信互联互通测试方法。

• 2017 年，重庆邮电大学、重庆市电科院研发出”基于 System Generator 的宽带电力线脉冲噪声实现方法”。

• 2017 年，国网发布 Q/GDW11612---2016《低压电力线宽带载波通信互联互通技术规范》，该标准分 6 个部分。

• 2018 年 5 月，在国内，中国电科院等单位发布 IEEE1901.1《适用于智能电网应用的中频（<12MHz）电力线载波通信技术标准》。

同期，青岛东软公司推出 SSC1667 型中频电力线载波通信芯片。

4）近几年，无线通信技术不断更新，本文作者重点关注的问题：

— 国网：4G/5G 无线电力专网建设

• 2010---2016 年，国网用电信息采集系统的采集终端，用户侧大多数采用 GPRS 无线公网通信。

• 2016 年之后，4G 无线公网通信成为远程通信的主流，国网加快推进 4G 无线电力专网建设。
• 2017 年 5---6 月，浙江、福建电网承担的工信部”在 230MHz 频段使用载波聚合技术进行电力无线通信试验”试点，通过工信部无线电管理局组织的验收。
• 2018 年，国内启动 5G 无线公网建设，同时，国网经工信部批准将规划建设 230MHz 无线电力专网。
本文作者关注国网 4G/5G 无线电力专网建设问题，是由于电表行业对国网无线电力专网建设提出不同的看法。
— NB---IOT 低功耗、广域网在智能电表采集系统中落地应用是道难题。由于 NB---IOT 技术的采集频次低，目前，NB---IOT 只适用于水表、气表远程自动抄表。

2、通信技术演进中存在的问题：电网电能计量管理的短板
— 窄带（低速）电力线载波通信方式。
• 2017 年之前，窄带（低速）电力线载波通信方式约占国网系统本地通信方式的 70%，这是利用电网资源优势的决策。
• 2009---2014 年，本文作者与重庆市电科院、青岛东软、威胜合作进行下列窄带（低速）电力线载波通信研究项目：
a、窄带（低速）电力线载波通信系统性能评估体系研究。
b、开展重庆（江津）公变台区窄带（低速）电力线载波通信系统：实现短周期内自动抄表成功率 100%试点。
• 但是，由于国网计量部门对本地通信采用低速率、低价位的定位不正确；对窄带（低速）通信信道监测及干扰抑制技术没有下功夫研究改进。前面已经叙述：2014 年，国网营销/计量部门发表文章指出：窄带（低速）电力线载波通信方式的数据传输速率慢、24h 自动抄表成功率低，不适应用电信息采集系统采集数据实时通信新功能的需求。以后，该窄带（低速）载波通信方式就逐步进行淘汰。
— 宽带（中频）电力线载波通信方式
• 国际上，宽带电力线载波通信方式重点用于智能家居用电设备的通信；对用于自动抄表系统本地通信有争议。
• 国内，宽带（中频）电力线载波通信技术正在用电信息采集系统、智能配电网多领域推广应用；但是，国网对宽带（中频）电力线载波通信信道监测，双向干扰监测、干扰抑制技术研究投入不足，很少看到这方面研究情况的报道。
• 2014---2015 年，本文作者与重庆市电科院、青岛东软、威胜等 8 个单位合作进行宽带（中频）电力线载波通信测试研究与技术交流。
— 国网计量部门：对 GPRS、4G 无线公网远程通信方式，只是适时采用、付费，缺乏自主应用改进、测试的能力。
— 电表行业主管部门：重点推广应用窄带（低速、快速）电力线载波通信技术，等同采用国际产业联盟标准；据了解，国内，宽带电力线载波通信，GPRS、4G 无线通信技术，都不属于电表行业主管部门的职责分工范围。
— 国网通信部门：主要从事电力光纤网运维，提升通信质量；开展 4G、5G 无线电力专网建设、推广应用。
— 更重要的是国网的 2009 版、2013 版智能电表表标准，都未提到国际上智能电表具有的双向通信、网关应用能力，配电网与用户间的高级互动功能。可以说，这是计量管理决策上的失误。
这里，需要说明：2015 年以后，国网新开展的”多表合一”信息采集、数据传输应用工作，采用双模通信及网关进行通信协议转换技术。

结语

以上这些电网远程自动抄表系统通信技术演进中出现的问题，反映国网计量部门重视采集设备标准制订，国网招标前后的测试、验收，组织系统运维及计量、通信故障处理，忽略了一个重要环节：低压电力线或无线通信信道及干扰的监测，通信干扰抑制技术研究与改进。其实，该通信环节，只能有国网计量部门来管理。对此，期望国网能引起重视，采取有效措施，加大对计量部门的通信人才，通信开发资金的投入，强化电网远程自动抄表系统通信质量管控，切实改变长期以来电网电能计量管理这一短板的状况。

参考文献

[1] 张春晖 张震　电网远程自动抄表系统通信技术的演进与电能计量管理　2020 年 5 月 14 日

作者简介：　张春晖　男，　(1938-)，　从事电能计量技术研究。
通讯作者：　张震　男，　(1977-)，　从事电能计量技术研究　721047546@qq.com